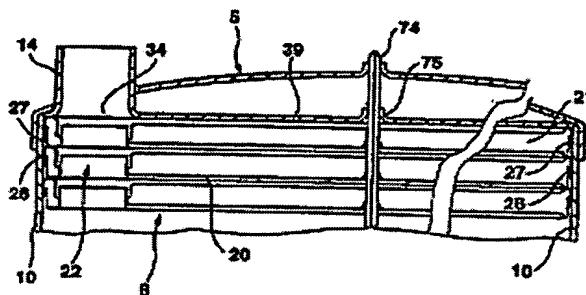


Plate-type heat-exchanger

Patent number: DE19547928
Publication date: 1997-01-02
Inventor: ELLINGER WOLFGANG DIPL ING (DE); REIFENSCHIED OTTO DIPL ING (DE)
Applicant: MOTOREN TURBINEN UNION (DE)
Classification:
- **international:** F28D9/00; B21D53/08; B23P15/26; F01P1/00
- **european:** B21D53/04; F28D9/00F2; F28D9/00F4; F28D9/00P
Application number: DE19951047928 19951222
Priority number(s): DE19951047928 19951222; DE19951023383 19950630

Abstract of DE19547928

The cooling block in the exchanger housing comprises plates at regular intervals in a stack. These form separate first and second passages for the media handled, also a manifold connected to the inlets or outlets of the first passages and sealed off from the second ones. Each plate comprises a pair of mating pressings and enclosing the first passages. The second passages run between adjacent plates, and are connected to a feed and discharge system for the send medium. Each pressing (16) has a protruding edge (26) bent over at right angles to its plane (24) and forming a sealed joint with an edge (27) on a pressing (17) of the adjacent plate (6). The pressing also has openings (31) with protruding spigots (36) fitting in mating spigots (30,35) in the first pressing to form sealed joints. The spigots together form distribution pipes. The material thickness of each pressing is constant.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Patentschrift

DE 195 47 928 C 2

⑯ Int. Cl. 6:
F 28 D 9/00
B 21 D 53/08
B 23 P 15/26
F 01 P 1/00

⑯ Aktenzeichen: 195 47 928.9-16
⑯ Anmeldetag: 22. 12. 95
⑯ Offenlegungstag: 2. 1. 97
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 11. 3. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Innere Priorität:

195 23 383.2 30. 06. 95

⑯ Patentinhaber:

MTU Motoren- und Turbinen-Union
Friedrichshafen GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

⑯ Erfinder:

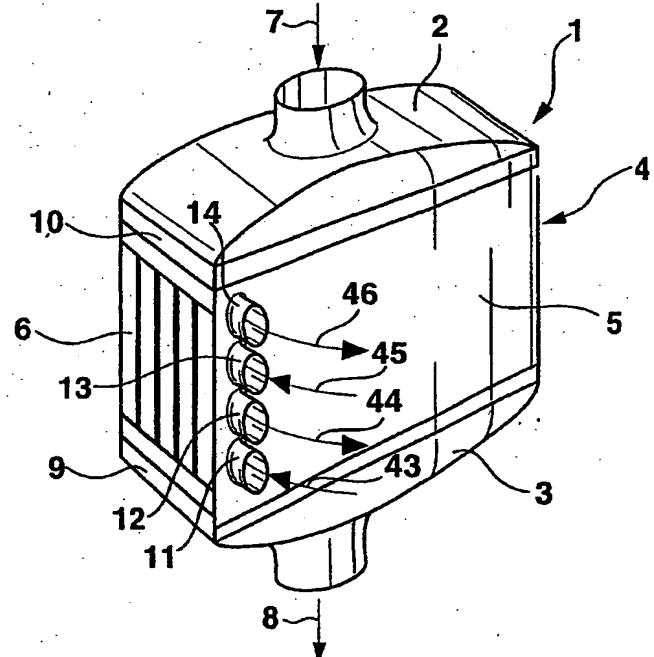
Ellinger, Wolfgang, Dipl.-Ing., 88048
Friedrichshafen, DE; Reifenscheid, Otto, Dipl.-Ing.,
88045 Friedrichshafen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 43 07 504 C1

⑯ Plattenwärmetauscher

⑯ Plattenwärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler einer Brennkraftmaschine, der besteht aus:
 - einem Gehäuse, in dem
 - ein Kühlerblock vorgesehen ist, welcher aus
 - einer Mehrzahl in regelmäßigen Abständen stapelartig zueinander angeordneter Plattenelemente dargestellt ist, die
 - voneinander getrennte erste und zweite Kanäle für mindestens zwei am Wärmetausch beteiligte Fluide sowie mindestens
 - ein Verteilerrohr, das zu- oder abstromseitig mit ersten Kanälen verbunden und gegenüber den zweiten Kanälen abgedichtet ist, ausbilden, und
 - die aus jeweils paarweise abdichtend miteinander verbundenen komplementär geformten Prägeabschnitten bestehen, die zwischen sich die ersten Kanäle mit mindestens einem Strömungspfad für mindestens ein erstes Fluid einschließen, und
 - die zweiten Kanäle jeweils zwischen zwei benachbarten Plattenelementen dargestellt sind, wobei diese zweiten Kanäle jeweils an zwei in Strömungsrichtung eines zweiten Fluids gegenüberliegenden Seiten offen und an den übrigen Seiten abgedichtet ausgebildet sind, und an den offen ausgebildeten Seiten
 - ein Zu- und Abfuhrsystem für das zweite Fluid vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet,
 - daß jeder komplementär geformte Prägeabschnitt (16) an parallel zueinander verlaufenden Seitenrändern zumindest senkrecht von der Plattenebene (24) abstehende Abkantungen (26) aufweist, die mit entsprechenden Abkantungen (27) des zugewandten komplementär geformten Prägeabschnitts (17) des benachbarten Plattenelements (6) abdichtend verbunden sind,
 - daß jeder erste komplementär geformte Prägeabschnitt (17) aus der Plattenebene (24) ragende Aushalsungen (36) mit Öffnungen (31) ausbildet, die an entsprechende Öffnungen (30) in Aushalsungen (35) des zugewandten komplementär geformten Prägeabschnitts (16) des benachbarten Plattenelements (6) anschließen, wobei die Aushalsungen (35, 36) im Bereich sich gegenseitig überlappenden Abschnitte abdichtend miteinander verbunden, gemeinsam die Verteilerrohre bilden,
 - daß jeder komplementär geformte Prägeabschnitt (16, 17) einheitliche Materialdicke aufweist.



BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher, insbesondere einen Plattenladeluftkühler einer Brennkraftmaschine, mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Merkmalen sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Plattenwärmetauschers nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 23.

Ein Plattenwärmetauscher dieser Art ist durch die DE 43 07 504 C1 bekannt und dort am Beispiel eines Ladeluftkühlers einer Brennkraftmaschine beschrieben. Darin schließen jeweils zwei im äußeren Randbereich abdichtend miteinander verbundene Platten zwischen sich eine Kammer ein. Diese Kammer wird jeweils durch zwei komplementär ausgebildete Plattenabschnitte gebildet und ist mit ersten Kanälen verbunden. Die komplementär geformten Plattenabschnitte bilden ferner gegenseitige Sitzflächen für zwei in der Kammer angeordnete Abstandsringe aus. Öffnungen der ausgeformten Abschnitte bilden ein Verteilerrohr aus. Die beiden Abstandsringe sind mit Durchbrüchen versehen und schließen in jeder Kammer zwischen sich einen Ringraum ein, der an beiden Enden an elastisch verformbare Dichtmittel angrenzt. Diese Dichtmittel wiederum sperren das Verteilerrohr bei entsprechend rohraxialer Plattenspannung an den außerhalb der Kammern befindlichen Sitzflächen gegenüber zweiten Kanälen ab. Die komplementär ausgebildeten Platten sind jeweils paarweise an äußeren gegenseitigen Stützabschnitten abdichtend miteinander verbunden.

Der bekannte Plattenwärmetauscher ist aufgrund seiner insoweit erläuterten baulichen und funktionellen Eigenschaften mit zumindest folgenden Nachteilen behaftet:

Dadurch daß jeweils aufeinandersitzende Paare von Plattenabschnitten von gegenseitigen Stützabschnitten ausgehende Kammern ausbilden, in denen jeweils zwei in Rohrachsrichtung aufeinanderfolgende, metallische Abstandsringe angeordnet sind, müssen diese Platten zwingend als Bauteilgruppe fertig vorgefertigt werden. Insgesamt sind zu dieser Vorfertigung vier einzelne Teile herzustellen und zusammenzuführen. Da die Abstandsringe abdichtend in den Kammern eingesetzt sind, ist eine sorgfältige, sprich aufwendige, Montage erforderlich. Die Plattenabschnitte müssen ferner unter entsprechender Vorspannung entlang der Seitenränder kraftschlüssig verbunden werden. Die Plattenabschnitte werden üblicherweise miteinander verlötet, was eigens dafür auszubildende Stützabschnitte bedingt. Die bekannte Verklemmung beider Platten aufeinander ist darüber hinaus sehr aufwendig. Die Verbindungsnaht befindet sich am Außenumfang der Platten und führt so einerseits zu einer großen, nicht am Wärmeaustausch beteiligten Plattenfläche andererseits baut ein derartiger Wärmetauscher relativ groß. Von Nachteil ist weiter der Aufbau des Verteilerrohres aus jeweils zwei Ringen, deren Material und Abmessungen verschieden zu denen der Platten sind. Im Betrieb des Wärmetauschers kommt es dadurch zu Wärmedehnungsunterschieden im Bereich der rohraxialen Verspannung der einzelnen Platten aufeinander. Die erforderliche Verspannung behindert die Wärmeausdehnung der einzelnen Platten, so daß Rißbildung und Undichtigkeit die Folge sind. Insgesamt bildet der Bereich des Verteilerrohres einen Kältepol innerhalb der Wärmetauscherstruktur, der im Grenzbereich zu den heißen Lamellenplattenbereichen einerseits zu Temperaturdehnungsunterschieden führt andererseits selbst nicht von heißer Luft umströmt und folglich nicht am Wärmeaustausch beteiligt ist. Außerdem ist die Herstellung dieses bekannten Wärmetauschers aufgrund der erforderlichen Vielzahl von Einzelteilen und Baugruppen Zeit- und kostenintensiv.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art zu schaf-

fen, der mit reduziertem Herstellungs- und Bauaufwand, minimiertem Raumbedarf und zweckmäßiger Formgebung verbesserten Wärmeaustausch erbringt, und der insbesondere für den Einsatz weitgehend vollautomatischer Fertigungsverfahren geeignet und dadurch kostengünstig herstellbar aufgebaut ist. Ferner soll ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers aufgezeigt werden.

Dieses Problem wird hinsichtlich der vorrichtungsmäßigen Ausbildung des Wärmetauschers durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Die Lösung der mit der Herstellung verbundenen Probleme erfolgt mit einem Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers mit den Merkmalen des Anspruchs 23. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die zur Darstellung des Wärmetauscherblocks nötige Vielzahl unterschiedlicher Teile der Plattenbaugruppen ausschließlich durch einstückige seriell herstellbare Prägeabschnitte ersetzt ist. Versorgungssysteme und das Gehäuse sind ebenfalls aus nur wenigen unterschiedlichen Blechteilen gebildet. Der erfindungsgemäße Kühlerblock setzt sich also ausschließlich aus einstückigen Blechteilen mit einheitlicher Blechstärke zusammen, wodurch eine homogene Wärmedehnung über den gesamten Kühlerblock erreicht wird. Folglich kommt es zu keinen lokalen Spannungsspitzen in der Konstruktion, so daß wärmedehnungsbedingtes Materialversagen vermieden wird. Gleichzeitig baut der Kühlerblock gewichtlich leicht und weist aufgrund der sandwichartigen Verbundbauweise der Plattenelemente eine hohe Struktursteifigkeit auf.

Ferner sind zueinander parallel verlaufende Seitenränder der Prägeabschnitte mit zueinander parallelen Abkantungen versehen. Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform greifen einander zugewandte Abkantungen zweier benachbarter Plattenelemente überlappend ineinander und sind entlang der Überlappung abdichtend miteinander verbunden. Damit halten sich benachbarte Plattenelemente gegenseitig auf Abstand und bilden so jeweils zwischen sich einen zweiten Kanal für die Ladeluft. Der Abstand kann durch die Flanschhöhe der Abkantungen festgelegt sein. Gleichzeitig stellen alle ineinander greifenden Abkantungen gemeinsam zwei einander gegenüberliegende Seitenwände des Kühlerblocks dar. Bei geeigneter Außenstrukturverstärkung bilden sie die Außenwände des Wärmetauschers. Dabei erfüllen sie zunächst Abdichtfunktionen, während die Krafteinleitung der Druckkräfte in die Strukturteile des Gehäuses erfolgt. Da auf diese Weise flächige Gehäuseseitenwände eingespart werden, können Material- und Gewichtaufwand erheblich reduziert werden. Die Abkantungen werden dabei unter dem hohen Druck der durch die Strömungs kanäle geleiteten Ladeluft gegeneinander gedrückt, wodurch die Fügestellen entlastet und die Strömungs kanäle zusätzlich nach außen hin abgedichtet werden.

Eine vorteilhafte Ausführungsalternative sieht vor, den Kühlerblock mit einem Kühlmantel zu umgeben, welcher unterschiedliche Wärmedehnungen des heißen Kühlerblocks zu den gekühlten Gehäuseseitenwänden vermeidet. Erfindungsgemäß wird ein Aufbau mit einem Kühlmantel außen und einer heißen Kühlerblockmatrix innen mit Hilfe speziell geformter Abkantungen der Formabschnitte und der oberen und unteren Abdeckplatte erreicht. Hierzu sind die Abkantungen in Form einer Rinne mit U-förmigem Querschnittsprofil ausgebildet, so daß jeweils die beiden zu einem Plattenelement zusammengefügten komplementär geformten Prägeabschnitte gemeinsam im Bereich der Abkantungen ein Volumen einschließen, welches eine leitende

Verbindung zu den Kühlmittelpfaden des Platten-elements aufweist. Die Abkantungen der einzelnen Platten-elemente sind dazu so ausgebildet, daß diese im zusam-mengesetzten Zustand aufeinander aufliegen und sich zu einem seitenüberdeckenden Kühlmantel ergänzen. Jeweils die au-ßenliegende Flanke der U-förmigen Rinne liegt flächig an den Seitenteilen des Gehäuses an und ist mit diesem kraft-schlüssig verbunden. Eine Weiterbildung in dieser Ausführungsform sieht vor, daß die Abkantung zusätzliche Stützab-schnitte ausbildet, die im wesentlichen in der Plattenebene seitlich über die Platten-elemente überstehen. Die Platten-elemente bilden so den Umfangskanten folgende Stützflansche aus, die beiderseits des Kühlblocks in entsprechend ausge-bildete Aufnahmenuten der Seitenteile ragen und darin kraftschlüssig und wärmeleitend festgelegt sind.

Neben diesen seitlichen Kühlmantelflächen ist der Kühl-lerblock von einer oberen und unteren Kühlmittelschicht umgeben. Diese Kühlmittelschicht bildet sich jeweils zwi-schen dem nach außen offenen obersten und untersten Plat-tenelement und der entsprechenden Abdeckplatte. Die Ab-deckplatte findet dazu eine geeignet ausgebildete Aufnahme in den Seitenteilen.

Weiters weisen die erfundungsgemäßen Platten-elemente Öffnungen mit materialeinstückig angeformten Aushalsun-gen auf, die im fertiggestellten Kühlblock die Verteiler-rohre für das wärmeaufnehmende Fluid senkrecht durch alle Platten-elemente bilden. Dazu sind die Aushalsungen der je-weils einander zugewandten Prägeabschnitte zweier be-nachbarter Platten-elemente so dimensioniert, daß sie in ihrer Endlage komplementär ineinander gesteckt und flüssigkeits-dicht miteinander verbunden sind. Hierdurch entfallen die bisher verwendeten separaten Einsetzteile und die erforder-liche Handhabung bei der Montage. Ein gegenseitiges Ver-schieben zweier Platten-elemente im Bereich des Verteiler-rohres ist ausgeschlossen. Durch die einstückige Ausbildung entfallen abzudichtende Übergangsbereiche und eine aufwendige rohraxiale Verspannung der Platten-elemente. Ein weiterer Vorteil der erfundungsgemäßen Platten-elemente besteht darin, daß deren überstehender Hals, ebenso wie die Flankenhöhe der Abkantungen, mit der Dicke der Lamellen-platten abgestimmt werden kann. Diese Lamellenplatten sind jeweils zwischen zwei benachbarten Platten-elementen angeordnet und reichen von den seitlichen Abkantungen bis unmittelbar hin zu den Aushalsungen. Die Aushalsungen selbst liegen somit innerhalb der von der zu kühlenden Luft angeströmten Fläche und sind aktiv am Wärmetausch betei-ligt. Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Quer-schnitte dieser Aushalsungen nicht kreisrund sondern oval vorgesehen, wobei der kleinere Durchmesser die Anström-fläche der Ladeluft definiert. Der größere Durchmesser, und damit der größere Umfangsbereich der Aushalsun-gen, ist parallel zur Strömungsrichtung vorgesehen und bie-tet dort günstige Anschlußmöglichkeiten für die einzelnen kühlmittelführenden Kanäle der Platten-elemente.

Zentraler Vorteil der erfundungsgemäßen Ausbildung von Abkantungen und Aushalsungen an den Prägeabschnitten ist, daß dadurch auf die bisher erforderlichen Fügekanten und Fügeübergänge verzichtet werden kann. Damit werden Kosten- und Gewichtseinsparungen von bis zu 20 Prozent erzielt. Ebenso bietet der Wegfall von Fügeflanken größere 60 Freiheiten bei der Gestaltung von Gesamtabmessungen und Gesamtbauvolumen gegenüber herkömmlichen Wärmetau-scherkonzepten. Versuche der Anmelderin haben gezeigt, daß der erfundungsgemäße Wärmetauscher bei vergleichba-rem Wirkungsgrad und gleicher Wärmeaustauschleistung grundsätzlich kleiner baut als herkömmliche Wärmetau-scher.

In Weiterbildung der Erfindung sind zur Erhöhung der

Wärmeaustauschleis- sowie des Wärmetauscher gesamt-wirkungsgrades mindestens zwei gegeneinander abgedich-te Strömungspfade für zwei Kreisläufe des wärmeaufneh-menden ersten Fluids vorgesehen. Diese Strömungspfade 5 sind entweder auf einzelnen oder auf allen Platten-elementen durch entsprechende Prägungen der Formblechabschnitte dargestellt und werden unabhängig voneinander von jeweils zugeordneten Verteilerrohren mit dem jeweiligen Kühlmit-telstrom versorgt. Im Unterschied zum Stand der Technik 10 werden die zwei- oder mehr Kreisläufe auf einem Platten-element bzw. in einer Plattenebene realisiert. Die Strö-mungspfade sind bezüglich der Strömungsrichtung des zu kühlenden Fluids hintereinander angeordnet. Vorteilhafter Weise wird damit jeweils auf der gesamten Wandfläche des 15 Luftdurchtrittkanals Wärme abgeführt und an das Kühlmit-tel übertragen. Im Vergleich dazu erfolgt bei einem Wärme-tauscher nach dem Stand der Technik der Wärmeübergang auf der Länge einer einzelnen Platten-elementfläche mit ho-her Temperaturdifferenz, während die dazu komplanare Ka-nalwandung, nämlich die Plattenfläche des benachbarten 20 Platten-elements, mit geringerer Temperaturdifferenz kühlen würde. Die erfundungsgemäß serielle Abkühlung des Lade-luftstroms erzielt dadurch einen gegenüber dem herkömmli-chen parallelen Wärmeübergang deutlich höheren Aus-25 tauschwirkungsgrad. So kann beispielsweise eine Platte auf der Luftanströmseite von einem Kühlmittelstrom mit niedri-gerem Temperaturniveau durchströmt werden, während ein Kühlmittelstrom mit höherem Temperaturniveau im dar an-schließendem hinterem Platten teil geführt ist. Bei geeig-30 neter Speisung der hintereinander angeordneten Kühlmittel-kreisläufe läßt sich allein damit bereits eine Optimierung des Wärmeübergangs von der Ladeluft auf das Kühlmittel, insbesondere Wasser, darstellen.

Die Strömungspfade für die Fluide innerhalb der Platten-elemente selbst, sind in einer besonders bevorzugten Ausge-staltung der Erfindung, zur Lenkung des Fluidstroms mit zu-einander parallel verlaufenden Kanallängsprägungen ver-sehen. Diese Einrichtungen unterteilen den Strömungspfad stromaufwärts und stromabwärts eines Bereichs der Stromumkehr in einzelne erste Kanäle. Dabei ragen die Kanal-längsprägungen mit zunehmendem Umkehrradius zusehens weiter in das zur Stromumkehr vorgesehene Sammelvolumen hinein. Durch diese Maßnahme münden die gleichge-richteten Kanäle auf unterschiedlicher Länge in das Sam-45 melvolumen, und die Kühlmittelströmungen der einzelnen Kanäle behalten ihre Strömungskomponente bzw. Strö-mungsrichtung bei. Der an kommende Kühlmittelstrom mündet so nicht gesamthaft in das Sammelvolumen, son-dern ist aufgeteilt über die einzelnen Kanalströmungen. 50 Diese parallelen Strömungen überstreichen im Sammelvolu-men freie Strecken, die im Verhältnis zum jeweiligen Um-kehrradius, über die gesamte Breite des Strömungspfads be-trachtet, in annähernd gleichem Verhältnis stehen. Auf diese Weise verhindert die erfundungsgemäße Gestaltung der Ka-nallängsprägungen im Bereich der Strömungsumlenkung 55 bzw. Strömungsumkehr die lokale Bildung von turbulenten Strömungsverhältnissen und eines damit verbundenen schlechteren Wärmeübergangs von der Oberfläche der Prä-geabschnittsfläche auf das/die Kühlmittel. Andererseits wer-den trotzdem zu große Reibungsverluste vermieden, wie diese bei einer über den gesamten Strömungspfad ununter-brochenen Ausbildung der Kanallängsprägungen auftreten würden.

Die Kanallängsprägungen sind kraftschlüssig mit beiden 60 Prägeabschnitten des jeweiligen Platten-elementes verbun-den, wodurch die freie Spannweite im Bereich der Sammel-volumina verringert und die Drucksteifigkeit bedeutend erhöht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind Zugstäbe durch alle Plattenelemente des Kühlerblocks geführt und mit diesen jeweils abdichtend kraftschlüssig verbunden. Sie verlaufen senkrecht zu den Ebenen der Plattenelemente und dienen als Strukturverstärkung der Blech-Leichtbauweise. Die bei einem Kühlmitteldruck von beispielsweise 5 bar auf die Formblechabschnitte einwirkenden enormen Flächenkräfte werden so unmittelbar in ihrer Wirkungsrichtung über die Zugstäbe abgeleitet. Die kraftschlüssige Verbindung aller Plattenelemente entlang der Zugstäbe verleiht dem gesamten Wärmetauscher, insbesondere dem Kühlerblock außerdem eine hohe Schwingfestigkeit, die sich wiederum positiv auf die Gesamtlebensdauer des Wärmetauschers auswirkt.

Alternativ oder additiv zu den Zugstäben ist ferner vorgesehen, die Lamellen, der jeweils zwischen zwei benachbarten Plattenelementen angeordneten Leiteinrichtungen, als Rechtecklamellen auszubilden und die an den Plattenelementen anliegenden Abschnitte damit kraftschlüssig zu verbinden. So kann mit ohnehin vorhandenen Mittel die Festigkeit des Wärmetauschers einfach und kostengünstig gesteigert werden.

Das Gehäuse des Wärmetauschers ist erfindungsgemäß ebenfalls in Leichtbauweise dargestellt. Bei einer Ausführungsform der Erfindung liegen Seitenwände an den Abkantungen der Plattenelemente an und stehen jeweils luftseitig über den Kühlerblock vor. An diesen vorstehenden Teilen der Seitenwände sind die Luftkästen befestigt. Die Seitensteile bestehen aus Blech mit größerer Dicke und bilden so eine geeignete Anflanschstelle an den ansonsten in Leichtbauweise ausgebildeten Kühlerblock. Zusätzliche Gewichtseinsparungen können mit einer weiteren Ausgestaltung erreicht werden, bei der die Seitenwände lediglich im Bereich der Kühlerblockkanten in Form von Blechstreifen ausgebildet sind, und so eine Anflanschmöglichkeit für die Luftkästen einerseits und obere und untere Deckplatten andererseits bereitstellen. Hierbei stellen die zu Blechstreifen verkleinerten Seitenwände lediglich eine Strukturversteifung für die Abkantungen der Plattenelemente dar; die ursprüngliche Abdichtungsfunktion der Seitenwände ist durch die übereinander gestapelten, abdichtend überlappenden Abkantungen der Plattenelemente erfüllt.

Vorteilhafter Weise weisen mindestens die obere- und untere Gehäuseplatte Einrichtungen zur Profilversteifung auf, welche mit zunehmendem Abstand von den Seitenflächen zunehmendes Widerstandsmoment darstellen. Dadurch wird die einwirkende Flächenlast über die oberste- und unterste Platte aufgefangen und in die Seitenteile geleitet, mit denen diese kraftschlüssig verbunden sind. Hier sind weitere Materialeinsparungen möglich, wenn unmittelbar die Abdeckplatten mit Profilversteifungen ausgestattet sind und deshalb auf zusätzliche Gehäuseplatten verzichtet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Wärmetauschers sieht vor, die Plattenelemente werkstofffeinstückig auszubilden, wobei die beiden komplementär geformten Prägeabschnitte jeweils über eine gemeinsame Biegekante miteinander verbunden sind. Diese Plattenelementausbildung bietet insbesondere den Vorteil einer ausschließlich ebenen Prägung der komplementär geformten Prägeabschnitte mit anschließender Kantung zu dem endgültigen Plattenelement. Somit werden in einem Arbeitsschritt sowohl die Strömungspfade, als auch die Aushalsungen und die seitlichen Abkantungen geformt, z. B. aufgeprägt, und durch einen bloßen Fügevorgang die Plattenelemente in ihre endgültige Form gebracht. Durch die ausschließliche Verwendung von Blechteilen können die einzelnen Formabschnitte und/oder Plattenelemente einfach und kostengünstig vollautomatisch gefertigt werden. Die

Ausbildung einer Biegekante entlang einer Seitenkante jedes Plattenelementes ist dabei im Vergleich zu der bisher an dieser Stelle vorgesehenen Lötnaht wesentlich weniger aufwendig und schafft darüberhinaus eine Verbindung zwischen beiden Prägeformen, deren Festigkeit die einer Lötnaht bei weitem übertrifft. Die Biegekante ist vorteilhafter Weise als Stirnanströmkante auf der Eintrittsseite der heißen Ladeluft vorgesehen, wo die hohen Temperaturen bisher häufig zum Versagen der Lötstelle führten. Damit wird die Dauerfestigkeit des Wärmetauschers auch in diesem hochbelasteten Bereich wesentlich erhöht.

Ein weiterer hervorzuhebender Vorteil des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens besteht in dem bloßen Aufeinanderstapeln der einzelnen Platten, die, aufgrund der erfindungsgemäß vorgesehenen Ausbildung, gleichzeitig gegenseitig die Fügestöße ausbilden. Dabei bildet die erfindungsgemäße körperliche Ausbildung des Wärmetauschers die Grundlage dafür, daß sämtliche Teile und Baugruppen ohne Fügevorgang oder zusätzliche Spann- und Halteinrichtungen vollständig zusammengesetzt bzw. montiert werden können.

Der fertig vormontierte Wärmetauscher wird dann in einem Arbeitsvorgang gesamthaft kraftschlüssig gefügt. Da sämtliche Fügestellen bzw. Fügeverbindungen des Wärmetauschers in einem Arbeitsschritt, beispielsweise beim Durchlaufen eines Lötovens, ausgebildet werden, und während dieses Fügevorgangs sämtliche Bauteile des Wärmetauschers bereits in ihrer endgültigen Lage gehalten sind, können Maßgenauigkeiten, die sich beispielsweise bei Einzelfügeverbindungen aus dem erhitzungsbedingten Temperaturverzug ergeben, vermieden werden. Ferner können die Fertigungszeiten des erfindungsgemäßen Wärmetauschers erheblich verkürzt werden. Außerdem bietet die Trennung von Bauteilherstellung, Gesamtmontage und anschließendem Fügen die Grundvoraussetzung für eine seriennmäßige Fertigung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

Die Ausbildung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers mit großflächigen Abkantungen bzw. Überlappungen ermöglicht erstmals auch ein gesamthaftes Kleben des Wärmetauschers als Fügetechnik. Aufgrund der niedrigeren Aushärtetemperaturen von Klebstoffen können gegenüber einer gelötzten Ausführung die temperaturbedingten Materialbeanspruchungen verringert werden. Denkbar ist hierbei ferner der Einsatz von kostengünstigeren Materialien.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung geben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Zeichnung. Es zeigt:

Fig. 1: den erfindungsgemäßen Plattenwärmetauscher fertigt montiert mit aufgesetzten Luftkästen;

Fig. 2: die Draufsicht eines Plattenelementes mit zwei Kühlmittelkreisläufen;

Fig. 3: eine Schnittdarstellung eines Plattenelementes entlang des Schnittverlaufs III-III in Fig. 2;

Fig. 4: die erfindungsgemäß ausgebildeten Prägeabschnitte eines Plattenelementes nach dem Prägevorgang;

Fig. 5: exemplarisch die Anordnung der Lamellenplatten zwischen zwei übereinander angeordneten Plattenelementen;

Fig. 6: eine Schnittansicht des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers senkrecht zu den Plattenelementen und der Strömungsrichtung des zu kühlenden Fluids;

Fig. 7: eine Schnittansicht des Wärmetauschers senkrecht zu den Plattenelementen und parallel zur Strömungsrichtung des zu kühlenden Fluids;

Fig. 8: eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers mit Kühlmantelisolierung.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Plattenwärmetauscher

am Beispiel eines Plattenladluftkühlers 1 einer Brennkraftmaschine in perspektivischer Ansicht dargestellt. Der Ladeluftkühler 1 ist im wesentlichen aufgebaut aus einem quaderförmigen Kühlerblock 4, der in einem Gehäuse 9, 10, 5 untergebracht ist. An dem Gehäuse 5, 9, 10 sind an zwei gegenüberliegenden Seiten ein oberer Luftkasten 2 und ein unterer Luftkasten 3 befestigt, die jeweils die gesamte Kühlerblockseite überspannen. Oberer Luftkasten 2 und unterer Luftkasten 3 bilden ein Zu- und Abfuhrsystem für ein erstes, abzukühlendes Fluid, welches in dem dargestellten Ausführungsbeispiel Ladeluft ist. Diese Luft, die entweder unmittelbar vom Ansaugsystem des Verbrennungsmotors (nicht dargestellt) oder aber über ein Rückführsystem von der Abgasleitung aus zum Ladeluftkühler 1 geführt ist, tritt in Richtung des Pfeiles 7 in den oberen Luftkasten 2 ein und wird mit dessen Hilfe auf die gesamte Kühlerblockseitenfläche verteilt und in den Kühlerblock 4 geleitet. Auf der gegenüberliegenden Kühlerblockseite wird die abgekühlte Ladeluft mit Hilfe des unteren Luftkastens 3 gesammelt und verlässt diesen in Richtung des Pfeiles 8.

Ein zweites Fluid, wird als Kühlmittel über Anschlußstutzen 11, 12, 13, 14 in gegenüber der Ladeluft abgedichteten Kreisläufen durch den Kühlerblock 4 geleitet. Beim Ladeluftkühler 1 sind zwei gegeneinander abgedichtete Kühlmittelkreisläufe vorgesehen, von denen der erste Kühlmittelkreislauf über den Anschlußstutzen 11 in Richtung des Pfeiles 43, der zweite Kreislauf über den Anschlußstutzen 13 in Richtung des Pfeiles 45 mit Kühlmittel gespeist werden und welches dann über die Anschlußstutzen 12 bzw. 14 in Richtung der Pfeile 44 bzw. 46 wieder aus dem Kühlerblock 4 abfließen. Der Kühlerblock 4 wird in ansicht bekannter Weise gleichzeitig von der Ladeluft und von dem Kühlmittel durchströmt. Anstelle der hier dargestellten zwei Kühlmittelkreisläufe können ebenso nur ein Kühlmittelkreislauf oder aber mehr als zwei Kühlmittelkreisläufe vorgesehen sein. Da die einzelnen Kühlmittelkreisläufe gegeneinander abgedichtet im Kühlerblock 4 vorgesehen sind, ist es ebenfalls möglich, zwei unterschiedliche Kühlmittel durch die getrennten Kreisläufe zu führen. Unabhängig von der Zahl der verwendeten Kühlmittel zeigt der Ladeluftkühler 1 das Prinzip eines Kreuzstrom-Wärmetauschers. Die Wärmeenergie wird hierbei von der unidirektional (Pfeil 7 und 8) durch den Kühlerblock 4 geführten heißen Ladeluft auf den im wesentlichen senkrecht dazu in den Plattenelementen 6 geführten Kühlmittelstrom übertragen und aus dem Ladeluftkühler 1 geleitet. Der Wärmeübergang findet hierbei auf der gesamten, von der heißen Ladeluft überströmten Außenoberfläche der Plattenelemente 6 durch deren Wandung, entlang der gesamten, vom Kühlmittelstrom überstrichenen Innenoberfläche der Plattenelemente 6 auf den Kühlmittelstrom statt. Die von der Ladeluft auf das Kühlmittel übertragene Wärmemenge ist dabei durch die Gesetzmäßigkeit $Q = A \cdot k \cdot (T_L - T_K)$ bestimmt. Danach ist die zu übertragende Wärmemenge Q proportional zu der am Wärmetausch beteiligten Fläche A und der Temperaturdifferenz zwischen der Luft T_L und dem Kühlmittel T_K . Der Proportionalitätsfaktor, der Wärmedurchgangskoeffizient k , ist einerseits durch die verwendeten Materialien vorgegeben und andererseits von den vorherrschenden Strömungsbedingungen abhängig. Eine weitere Abhängigkeit ist durch die zeitliche Änderung der Temperaturdifferenz ΔT_{LK} entlang der von der Ladeluft überstrichenen Strecke bestimmt.

Eine Maximierung der übertragbaren Wärmemenge Q und damit eine Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades β_{ges} des Wärmetauschers sind folglich sowohl durch günstige strömungsmechanischen Verhältnisse als auch die konstruktiven Vorgaben zu erreichen. Beide Gesichtspunkte werden im wesentlichen Maß durch die erfundungsgemäße

Ausbildung der Plattenelemente 6 des Kühlerblocks 4 vor- teilhaft beeinflußt.

Die Plattenelemente 6 sind, gemäß der Lehre der Erfindung, ausschließlich durch zwei flächig aufeinander liegende Präageabschnitte 16, 17 dargestellt, die entlang ihres gesamten Umfanges abdichtend miteinander verbunden sind. Die Präageabschnitte 16, 17 eines Plattenelementes 6 sind komplementär geformt und bilden zwischen sich den Strömungspfad 22, 23 für das Kühlmittel in Form von Kanälen 20, 20' aus. Beide Präageabschnitte 16, 17 sind entlang einer gemeinsamen Seitenkante werkstoffeinstückig über eine gemeinsame Biegekante 15 miteinander verbunden (Fig. 3). Dazu ist jedes Plattenelement 6 aus einem einstückigen Metallblech gefertigt, das in einem ebenen Umformprozeß, wie z. B. durch Prägen, seine vorgesehene Gestalt erhält. Bei dem ebenen Prägevorgang liegen die Präageabschnitte 16, 17 in einer gemeinsamen Ebene nebeneinander und erhalten die komplementär ausgebildeten kühlmittelführenden Strukturen aufgeprägt. Mittels des gleichen Prägevorganges werden gleichzeitig an zwei parallel zueinander verlaufenden Rändern der nebeneinander liegenden Formabschnitte 16, 17 gleichgerichtete Abkantungen 26, 27 ausgebildet. Diese Abkantungen 26, 27 sind im Bereich der gemeinsamen Biegekante unterbrochen. Die miteinander verbundenen Präageabschnitte 16, 17 sind entlang der Biegelinie 18 soweit zueinander umgebogen, bis sie entlang einer gemeinsamen Berührbaren flächig aufeinander zu liegen kommen. Im Endzustand sind beide Präageabschnitte 16, 17 entlang sämtlicher Flächenabschnitte gegenseitiger Berührung abdichtend zusammengefügt. Diese Verbindung kann entweder als Verschweißung, vorzugsweise als Strahl-/Rollnahtschweißung ausgeführt sein. Verwendet werden können jedoch auch eine temperaturbeständige Hartlötzung oder eine entsprechend dauerhafte Verklebung der einzelnen Teile miteinander.

Die Gestalt der Prägungen der Präageabschnitte 16, 17 sind in Fig. 4 prinzipiell angedeutet und in den Fig. 2 und 3 am dargestellten Ausführungsbeispiel des Plattenladluftkühlers 1 detailliert beschrieben. Wie oben erwähnt, stellen die Prägungen der Formabschnitte 16, 17 gegengleich geformte Strömungspfade 22, 23 als Teil zweier Kühlmittelkreisläufe (Pfeile 43, 44) aus. Die Strömungspfade 22 und 23 werden jeweils zustrom- und abstromseitig von Verteilerrohren mit Kühlmittel versorgt. Die Verteilerrohre setzen sich dazu aus einzelnen Rohrabschnitten zusammen, welche werkstoffeinstückig an den Plattenelementen 6 ausgebildet sind. Hierzu sind neben den Sitzflächen und Strömungspfadprägungen entsprechende Öffnungen 30, 31, 32, 33 in den Präageabschnitten 16, 17 ausgebildet, deren Randbereich jeweils als bundartige Aushalsung 35, 36 aus dem Metallblech getrieben sind. Die Durchmesser der Öffnungen 31 sowie die daran ausgeformten Aushalsungen 36 des Präageabschnitts 17 sind geringfügig größer vorgesehen als die im Präageabschnitt 16 korrespondierenden Öffnungen 30 mit den Aushalsungen 35. Die Durchmesserunterschiede der Öffnungen 31 des Präageabschnitts 17 und die Öffnungen 30 des Präageabschnitts 16 sind so gewählt, daß die Aushalsungen 35, 36 eines ersten Plattenelementes 6 formschlüssig in die Aushalsungen 35, 36 eines benachbarten Plattenelementes 6 gesteckt werden können, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist. Jede der Öffnungen 30 des Präageabschnitts 16, ebenso die Öffnungen 31 des komplementären Präageabschnitts 17, sind über einen Anschluß 28 mit dem jeweiligen Kühlmittelströmungspfad 22, 23 leitend verbunden. Anstelle der im Ausführungsbeispiel kreisrunden Öffnungen 30, 31 (Fig. 2), können die Öffnungsquerschnitte und die daran angeformten Aushalsungen elliptische Querschnittsform besitzen. Dabei liegt die Hauptachse des elliptischen Querschnitts

parallel zur Strömungsrichtung der abzukühlenden Luft und die Nebenachse parallel zur Strömungsrichtung des Kühlmittels. Eine solche Ausbildung der Aushalsungen 35, 36 stellt einen geringeren Strömungswiderstand für die daran vorbeistreichende Ladeluft dar, wodurch die Ladeluftsströmung geringere Störungen erfährt. Gleichzeitig bietet die Breitseite der elliptischen Strömungen konstruktive Vorteile für die Prägungen der Anschlüsse 28. Der Anschluß 28 bzw. die Anschlüsse 28 werden wie die Strömungspfade 22, 23 prinzipiell von zwei komplementär ausgebildeten Prägungen dargestellt.

Der schematische Verlauf der Strömungspfade 22 und 23 ist, wie in Fig. 4 gezeigt, jeweils durch zwei über die gesamte Breite des Plattenelements 6, parallel zueinander verlaufende Zweige 51, 52 vorgesehen, die auf der selben Seite des Plattenelements zuström- und abströmseitig mit dem jeweiligen Verteilerrohr verbunden sind. Auf der den Verteilerrohren gegenüberliegenden Seite ist ein Sammeltolumen 47 ausgebildet, über welches der Zweig 51 leitend mit dem Zweig 52 des Strömungspfades 22 verbunden ist. Das Sammeltolumen 47 bildet einen Umlenkbereich für die Kühlmittelströmung des Strömungspfades 22. Im Bereich des Strömungspfades 22, 23 sind in den Zweigen 51 und in den Zweigen 52 zueinander parallel verlaufende Kanallängsprägungen 19, 19' ausgebildet. Diese unterteilen die Zweige 51 und 52 in vier ebenfalls parallel zueinander verlaufende erste Kanäle 20 bzw. 20'. Die Längsprägungen 19 und 19' ragen unterschiedlich weit in das Sammeltolumen 47 hinein; sie enden auf einer gedachten Halbkreislinie mit dem Radius 53 im Sammeltolumen 47. Die vom speisenden Verteilerrohr durch den Anschluß 28 kommende Kühlmittelströmung wird in die parallelen Kanäle 20 aufgeteilt, die auf unterschiedlichen Längen in das Sammeltolumen 47 münden, und in Einzelströmungen parallel zueinander in Strömungsrichtung 48 im Sammeltolumen 47, um 180° umgelenkt und wieder auf die ebenfalls unterschiedlich lang ausgebildeten Kanäle 20' des Zweiges 52 verteilt und fließt gesammelt im Verteilerrohr aus dem Plattenelement. Gemäß Fig. 2 und Fig. 3 bilden die Längsprägungen 19, 19' der jeweils aufeinanderliegenden Prägeabschnitte 15, 16 Lötfächen aus, an denen beide Platten kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Die Breite 56 der Längsprägungen 19, 19' zu der Breite 55 der ersten Kanäle 20, 20' ist in einem Verhältnis vorgesehen, das sich im Bereich von 1 : 8 bis 1 : 10 bewegt. So gewählte Breitenverhältnisse der Längsprägungen 19 und der ersten Kanäle 20 bilden zusammen mit der erfundungsgemäßen Führung der Strömungspfade 22, 23 strömungsgünstige Voraussetzungen für das durchgeleitete wärmeaufnehmende Kühlwasser, welches bevorzugt mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 4 m/s durch die Strömungspfade 22, 23 der Plattenelemente 6 gefördert wird.

Der gegenseitige Abstand der Abkantungen 26, 27 ist um die zweifache Materialdicke kleiner gewählt als der gegenseitige Abstand der Abkantungen 26, 27, sodaß diese, gemäß Fig. 6, sich jeweils mit den zugewandten Abkantungen 26, 27 der benachbarten Plattenelemente 6 gegenseitig überlappend. Die freistehende Höhe der Abkantungen 27 und 26 ist mit der Höhe der Aushalsungen 35, 36 abgestimmt und so gewählt, daß die Aushalsungen 35, 36 ein ausreichendes Maß gegenseitig ineinanderragen und abdichtend miteinander zusammengefügt werden können.

Eine Vielzahl der in ihre endgültige Form gebrachten Plattenelemente 6 sind, wie in Fig. 6 zu sehen, flächig übereinander angeordnet, wobei die Aushalsungen 35, 36 der Plattenelemente 6 jeweils in Aushalsungen 35, 36 des jeweils benachbarten Plattenlements 6 gesteckt sind und miteinander verschweißt oder verlötet werden. In den äußeren Randbereichen überlappen sich jeweils entlang des ent-

sprechenden Seitenrandes die Überlappungen 26, 27 benachbarter Plattenelemente 6. In Bereichen gegenseitiger Überlappung sind diese Abkantungen 26, 27 ebenfalls miteinander verschweißt oder verlötet.

- 5 Gleichzeitig bilden die Plattenelemente 6 zwischen sich zweite Kanäle 21 aus, die von dem zugeführten wärmeabgebenden Fluid, hier heiße Verdichter- bzw. Ladeluft, durchströmt werden. In den zweiten Kanälen 21 zwischen zwei benachbarten und entlang der Abkantungen verbundenen 10 Plattenelementen 6 ist in bekannter Weise jeweils eine Lamellenplatte 50 vorgesehen, deren Lamellen im wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung der Ladeluft verlaufen. Gemäß Fig. 5 reicht diese Lamellenplatte 50 von der Abkantung 26, 27 unmittelbar bis an die Aushalsungen 35, 36 15 der Plattenelemente 6 heran. Gemäß Pfeil 7 zugeführte Kühlluft (Fig. 7) kann so über die gesamte Breite der Kanäle 21 durch die Lamellenplatte 50 und vorbei an den durch die Aushalsungen gebildeten Verteilerrohren bis hin zu der angrenzenden Seitenwandung über die gesamte Oberfläche der 20 Plattenelemente 6 durch den Kühlblock 4 geführt werden.
- Der gesamte Kühlblock 4 ist als Einheit in ein Gehäuse 5, 10, 39 eingesetzt und kraftschlüssig verbunden. Das Gehäuse 5, 10, 39 kann wie in den Fig. 1, 6 und 7 als Rahmenkonstruktion ausgeführt sein, bei dem insbesondere die Seitenteile 10 nicht flächig sondern in Form von Blechstreifen 25 ausgebildet sind. In dieser Ausführungsform übernehmen die Gehäuseteile 9 und 10 lediglich strukturversteifende Funktionen. Die eigentliche Abdichtung des Kanalsystems des Kühlblocks 4 erfolgt mittels der erfundungsgemäßen 30 Abkantungen 26, 27 der Plattenelemente 6.
- 35 Gemäß Fig. 6 kann der Kühlblock 4 zwischen oberen und unteren Abdeckplatten 39 im Gehäuse 5, 9, 10 eingespannt sein. Die Abdeckplatten 39 sind komplanar zu den Plattenelementen 6 angeordnet. Die obere Abdeckplatte 39 weist entsprechen der Anzahl der in den Plattenelementen 6 40 ausgebildeten Öffnungen 30, 31 mit Aushalsungen 35, 36 mit diesen korrespondierende Öffnungen 34 und daran angeformte rohrförmige Anschlußstutzen 14 aus. Die Rohrstutzen 14 ragen durch komplementär ausgebildete Öffnungen der Deckplatte 5 flüssigkeitsdicht durch das Gehäuse nach außen und bilden die Anschlußmöglichkeiten für das Zu- und Abfuhrsystem des Kühlwasser. Die Abdeckplatte 39 ragt entlang der Seitenkante des Kühlblocks 4 über das Seitenteil 10 hinaus (Fig. 7) und bildet einen massiven 45 Anschlußflansch einerseits für den oberen Luftkasten 2 andererseits für den unteren Luftkasten 3. Die anderen beiden Seitenränder der Abdeckplatte 39 sind so bemaßen, daß sie zwischen den einander gegenüberliegenden Seitenteilen 9, 10 verschiebbar Aufnahme finden.

- 50 Eine Deckplatte 5 ist von oben über die Anschlußstutzen 14 und über den Kühlblock 4 aufgesteckt, wobei deren seitliche Laschen 29 die Seitenteile 9, 10 von außen gegen den Kühlblock 4 spannen. Die Deckplatte 5 ist ferner mit Hilfe von geometrischer Gestaltgebung zur Aufnahme von Druckkräften in Richtung der ersten Kanäle jeweils von den Seitenteilen 9, 10 aus zur Kühlblockmitte hin mit einer ansteigenden Wölbung ausgebildet. Diese Wölbung stellt die Firstlinie von Sicken als Mittel zur Profilversteifung 57 dar. In Fig. 7 ist angedeutet, daß mehrere dieser Sicken in Strömungsrichtung der Ladeluft (Pfeil 7) nebeneinander angeordnet den Kühlblock 4 überspannen. Anstelle der Sicken 55 können auch andere geeignete Einrichtungen zur Profilversteifung vorgesehen sein, um die auf die Deckplatte 5 einwirkenden Flächenkräfte aufzufangen und in die Seitenteile 9, 10 einzuleiten.
- 60 Maßgeblichen Einfluß auf die einwirkende Flächenlast haben die in den Fig. 6 und 7 dargestellten Zugstäbe 74. Die Zugstäbe 74 sind im wesentlichen senkrecht zur Platten- 65

ebene 24 durch sämtliche Plattenelemente 6 des Kühlerblocks 4 geführt und jeweils im Bereich der Durchtrittsöffnungen mit Aushalsungen 75 abdichtend und kraftschlüssig mit diesen verbunden. Die Zugstäbe 74 dienen dazu, die auf die Prägeabschnitte 16, 17 einwirkenden, enormen Flächenkräfte direkt in ihrer Wirkungsrichtung aufzunehmen.

In Fig. 8 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfundungsgemäßen Plattenwärmetauschers 1 dargestellt, bei welchem der Kühlerblock 4 mit Hilfe eines Kühlmantels gegenüber den Gehäuseteilen 70 und den Abdeckplatten 39 isoliert ist. Bei dieser Ausführungsform sind die erfundungsgemäßen Abkantungen 26, 27 in Form einer Rinne mit U-förmigem Querschnittsprofil ausgebildet. Die Abkantung setzt sich hierbei aus einem im wesentlichen senkrecht zur Plattenebene 24 abstehenden ersten Abschnitt 63, einem Umkehrabschnitt 64 und einem parallel zur angrenzenden Gehäusewandung 70 verlaufenden Befestigungsabschnitt 66 sowie einem Stützabschnitt 67 zusammen. Dabei sind die einzelnen Abschnitte 63, 64, 66 und 67 so bemessen, daß der Stützabschnitt 67 im wesentlichen in der Plattenebene 24 seitlich am Plattenelement übersteht, und der Umkehrabschnitt 64 eine Kontaktfläche 65 ausbildet, auf der die komplementären Rinne des zugewandten Prägeabschnitts 17 des benachbarten Plattenelementes 60 aufliegt. Die rinnenförmigen Abkantungen 26, 27 der beiden, jeweils ein Plattenelement 60 formenden Prägeabschnitte 16, 17 schließen so einerseits zwischen sich ein Volumen 68 für Kühlmittel ein andererseits bestimmen sie den Abstand zweier Plattenelemente 6 zueinander. Das Volumen 68 ist über eine leitende Verbindung mit den ersten Kanälen 20, 20' verbunden und wird so ebenfalls über Verteilerrohre mit Kühlmittel versorgt. Die Stützabschnitte 67 der Prägeabschnitte 16, 17 bilden an jedem Plattenelement 60 abstehende Flansche aus, welche in entsprechend geformte Aufnahmenuten 71 der Seitenteile 70 ragen und darin kraftschlüssig und wärmeleitend festgelegt sind. Die Abkantungen 26, 27 sind ferner im Bereich der flächig anliegenden Befestigungsabschnitte 66 mit den Seitenteilen 70 verbunden.

Während die Abkantungen 26 und 27 der Plattenelemente 6 die seitlichen Teile des Kühlmantels in oben beschriebener Weise bilden, ist zwischen den obersten und untersten Plattenelementen des Kühlerblocks 4 und der oberen 39 und unteren Abdeckplatte 39' ebenfalls eine Wasserummantelung ausgebildet. Der Kühlerblock 4 schließt nach oben und unten jeweils mit einem Prägeabschnitt 17 ab, der von keinem komplementären Prägeabschnitt 16 abgedeckt ist. Hier bilden die Abdeckplatten 39 eine wasserdichte Abgrenzung des Block 4 gegenüber der Umgebung. Der Abstand zwischen diesem Prägeabschnitt 17 bzw. 16 und den Abdeckplatten 39 ist durch ein entsprechend ausgebildetes Auflager des Seitenteils 70 vorgegeben. Die Abdeckplatten 39 sind abdichtend und kraftschlüssig mit den Seitenteilen 70 verbunden.

Bezugszeichenliste

- 1 Ladeluftkühler
- 2 Luftkasten, oberer
- 3 Luftkasten, unterer
- 4 Kühlerblock
- 5 Deckplatte
- 6 Plattenelement
- 7 Pfeil
- 8 Pfeil
- 9 Seitenteile
- 10 Seitenteile
- 11 Anschlußstutzen
- 12 Anschlußstutzen

- 13 Anschlußstutzen
- 14 Anschlußstutzen
- 15 Biegekante
- 16 Prägeabschnitt
- 17 Prägeabschnitt
- 18 Biegelinie
- 19, 19' Längsprägung
- 20, 20' erster Kanal
- 21 zweiter Kanal
- 22 Strömungspfad
- 23 Strömungspfad
- 24 Plattenebene
- 26 Abkantung
- 27 Abkantung
- 28 Anschluß
- 29 Lasche
- 30 Öffnung
- 31 Öffnung
- 32 Öffnung
- 33 Öffnung
- 34 Öffnung
- 35 Aushalsung
- 36 Aushalsung
- 39 Abdeckplatte
- 40
- 41
- 43 Pfeil
- 44 Pfeil
- 45 Pfeil
- 46 Pfeil
- 47 Sammelvolumen
- 48 Strömungsrichtung
- 50 Lamellenplatte
- 51 Zweig
- 52 Zweig
- 53 Radius
- 55 Breite
- 56 Breite
- 57 Profilversteifung
- 60
- 63 erster Abschnitt
- 64 Umkehrabschnitt
- 65 Kontaktfläche
- 66 Befestigungsabschnitt
- 67 Stützabschnitt
- 68 Volumen
- 70 Seitenteil
- 71 Aufnahmenut
- 74 Zugstab
- 75 Aushalsung

Patentansprüche

1. Plattenwärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler einer Brennkraftmaschine, der besteht aus:

- einem Gehäuse, in dem
- ein Kühlerblock vorgesehen ist, welcher aus
 - einer Mehrzahl in regelmäßigen Abständen stapelartig zueinander angeordneter Plattenelemente dargestellt ist, die
 - voneinander getrennte erste und zweite Kanäle für mindestens zwei am Wärmetausch beteiligte Fluide sowie mindestens ein Verteilerrohr, das zu- oder abstromseitig mit ersten Kanälen verbunden und gegenüber den zweiten Kanälen abgedichtet ist, ausbilden, und
 - die aus jeweils paarweise abdichtend miteinander verbundenen komplementär ge

formten Prägeabschnitten bestehen, die zwischen sich die ersten Kanäle mit mindestens einem Strömungspfad für mindestens ein erstes Fluid einschließen, und

- die zweiten Kanäle jeweils zwischen zwei benachbarten Plattenelementen dargestellt sind, wobei diese zweiten Kanäle jeweils an zwei in Strömungsrichtung eines zweiten Fluids gegenüberliegenden Seiten offen und an den übrigen Seiten abgedichtet ausgebildet sind, und an den offen ausgebildeten Seiten

– ein Zu- und Abführsystem für das zweite Fluid vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet,

- daß jeder komplementär geformte Prägeabschnitt (16) an parallel zueinander verlaufenden Seitenrändern zumindest senkrecht von der Plattenebene (24) abstehende Abkantungen (26) aufweist, die mit entsprechenden Abkantungen (27) des zugewandten komplementär geformten Prägeabschnitts (17) des benachbarten Plattenelements (6) abdichtend verbunden sind,
- daß jeder erste komplementär geformte Prägeabschnitt (17) aus der Plattenebene (24) ragende Aushaltungen (36) mit Öffnungen (31) ausbildet, die an entsprechende Öffnungen (30) in Aushaltungen (35) des zugewandten komplementär geformten Prägeabschnitts (16) des benachbarten Plattenelements (6) anschließen, wobei die Aushaltungen (35, 36) im Bereich sich gegenseitig überlappend Abschnitte abdichtend miteinander verbunden, gemeinsam die Verteilerrohre bilden,
- daß jeder komplementär geformte Prägeabschnitt (16, 17) einheitliche Materialdicke aufweist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht von der Plattenebene (24) abstehenden Abkantungen (26, 27) jeweils zweier benachbarter Plattenelemente (6) überlappend ineinander greifen und kraftschlüssig miteinander verbunden sind und dadurch die Seitenwandungen der zweiten Kanäle (21) bilden.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, bei dem in den zweiten Kanälen (21) zwischen jeweils zwei benachbarten Plattenelementen (6) Lamellenplatten (50) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß sich die ineinandergrifenden Abkantungen (26, 27) zweier benachbarter Plattenelemente (6) über eine Höhe überlappen, die kleiner ist als der Abstand zwischen den Plattenelementen (6).

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, bei dem der Kühlblock (4) zumindest teilweise vom wärmeaufnehmenden ersten Fluid umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkantungen (26, 27) in Form einer Rinne mit U-förmigem Querschnittsprofil aus einem im wesentlichen senkrecht zur Plattenebene (24) abstehenden ersten Abschnitt (63), einem eine Kontaktfläche (65) bildenden Umkehrabschnitt (64) und einem parallel zur angrenzenden Gehäusewandung (70) verlaufenden Befestigungsabschnitt (66) dargestellt sind, und daß die Abkantungen (26, 27) zweier einander zugewandter Prägeabschnitte (16, 17) zumindest im Bereich der Umkehrabschnitte (64) miteinander und die Befestigungsabschnitte (66) mit dem Gehäuse (70) abdichtend verbunden sind.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die Befestigungsabschnitte (66)

zweier zu einem Plattenelement (6) verbundener komplementär geformter Prägeabschnitte (16, 17) gegenüber überlappend miteinander verbunden sind.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkantungen (26, 27) einen Stützabschnitt (67) ausbilden, der im wesentlichen in der Plattenebene (24) seitlich am Plattenelement (6) flanschartig übersteht, und der mit dem entsprechenden Stützabschnitt (67) des jeweils zweiten komplanar geformten Prägeabschnitts (17) eines Plattenelements (6) abdichtend verbunden ist.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Prägeabschnitte (16, 17) zwischen sich mindestens zwei gegeneinander abgedichtete Strömungspfade (22, 23) einschließen, die bezüglich der Strömungsrichtung (7) des zu kühlenden Fluids hintereinander angeordnet sind, und jeder Strömungspfad (22, 23) zu- und abstromseitig mit einem Verteilerrohr leitend verbunden ist.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 7, bei dem die ersten Kanäle (20, 20') jeweils mindestens einen Strömungspfad (23) für das erste Fluid ausbilden, dessen Richtung um 180 Grad ändert und der im Bereich der Stromumkehr ein Sammelpolumen (47) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils Einrichtungen zur Lenkung des Fluidstroms zwischen Einlaß und Auslaß in Form von Kanallängsprägungen (19) vorgesehen sind, die den Strömungspfad (23) jeweils in einzelne, zueinander parallel verlaufende erste Kanäle (20, 20') unterteilen, und in dem Sammelpolumen münden.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanallängsprägungen (19) unterschiedlich weit in das Sammelpolumen (47) hineinragend ausgebildet sind, wobei diese auf dem zuströmenden und dem abströmenden Teil des Strömungspfades (23) mit zunehmendem Umkehrradius (53) weiter in das Sammelpolumen (47) hineinragend dargestellt sind.

10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 4, 5, 6 und Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der ersten Kanäle (20) mit dem von den Abkantungen (26, 27) zweier komplementär geformter Prägeabschnitte (16, 17) gebildeten Volumen (68) kommuniziert.

11. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die komplementär ausgebildeten Kanallängsprägungen (19, 19') Berührflächen und Kanäle in einem Breitenverhältnis von Berührbreite (56) zu Kanalbreite (55) im Bereich von 1 : 8 bis 1 : 10 ausbilden.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die beiden zu einem Plattenelement (6) verbundenen komplementär geformten Prägeabschnitte (16, 17) entlang einer gemeinsamen Biegekante (15) werkstoffeinstückig miteinander verbunden sind.

13. Wärmetauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die werkstoffeinstückig ausgebildete Biegekante (15) der Plattenelemente (6) auf der Eintrittsseite (7) des zweiten Fluids in den Kühlblock (4) vorgesehen ist.

14. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus stapelartig übereinander angeordneten Plattenelementen (6) bestehende Kühlblock (4) in Stapelrichtung eine obere und eine untere Abdeckplatte (39) aufweist, welche komplanar zu den Plattenelementen (6) innerhalb des Gehäuses (70) angeordnet ist, das unterste und oberste Plattenelement

(6) flüssigkeitsdicht abdeckt, und daß mindestens eine obere und untere Abdeckplatte (39) entsprechend der Anzahl der in den Plattenelementen (6) ausgebildeten Öffnungen (30, 31) mit Aushalsungen (35, 36) mit diesen korrespondierende Öffnungen (34) mit daran angeformten rohrförmigen Anschlußstutzen (14) ausbildet. 5

15. Wärmetauscher nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (9, 10, 70) mindestens zwei an den durch die Abkantungen (26, 27) gebildeten einander gegenüberliegenden Seitenflächen des Kühlblocks (4) flächig anliegende Seitenteile (9, 10, 70) umfaßt, die kraftschlüssig und wärmeleitend miteinander verbunden sind. 10

16. Wärmetauscher nach Anspruch 6 und Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenteile (70) 15 Aufnahmenuten (71) für die flanschartigen Stützabschnitte (67) der Plattenelemente (6) ausbilden, und die Stützabschnitte (67) kraftschlüssig und wärmeleitend in den Aufnahmenuten (71) festgelegt sind. 20

17. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Stapelrichtung verlaufende Zugstäbe (74) vorgesehen sind, welche durch die Plattenelemente (6) und die Abdeckplatten (39) geführt und jeweils in dem Bereich komplementärer Durchtrittsöffnungen flüssigkeitsdicht und kraftschlüssig mit diesen verbunden sind. 25

18. Wärmetauscher nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchtrittsöffnungen Aushalsungen (75) ausbilden, deren Querschnittsform im wesentlichen der Querschnittsform der Zugstäbe (74) entspricht, und die Aushalsungen (75) entlang eines ringförmigen Längenabschnitts des Zugstabes an diesem anliegen. 30

19. Wärmetauscher nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugstäbe (74) stromlinienförmigen Querschnitt aufweisen. 35

20. Wärmetauscher nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckplatten (39) im wesentlichen senkrecht zur Plattenebene (24) ausgebildete Einrichtungen zur Profilversteifung (57) aufweisen. 40

21. Wärmetauscher nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zur Profilversteifung (57) Sicken oder andere geeignete, aus der Plattenebene (24) ragende werkstoffeinstückig geformte Gestaltgebungen der Abdeckplatten (39) sind. 45

22. Wärmetauscher nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen (57) mit zunehmendem Abstand von den Seitenwänden ein größer werdendes Widerstandsmoment gegen Biegung aufweisen. 50

23. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers, insbesondere eines Ladeluftkühlers einer Brennkraftmaschine, der besteht aus: 55

- einem Gehäuse, in dem
- ein Kühlblock vorgesehen ist, welcher aus einer Mehrzahl in regelmäßigen Abständen komplanar zueinander angeordneter Plattenelemente dargestellt ist,
- die voneinander getrennte erste und zweite Kanäle für mindestens zwei am Wärmetausch beteiligte Fluide sowie mindestens 60
- ein Verteilerrohr, das zu- oder abstromseitig mit den ersten Kanälen verbunden und gegenüber den zweiten Kanälen abgedichtet ist, ausbilden, und
- die aus jeweils paarweise abdichtend miteinander verbundenen komplementär geformten Prägeabschnitten bestehen,
- die zwischen sich die ersten Kanäle mit

mindestens einem Strömungspfad für ein erstes Fluid einschließen und

- die mit Einrichtungen zur Lenkung des Fluidstromes zwischen einem Einlaß und Auslaß versehen sind, und
- die zweiten Kanäle jeweils zwischen zwei benachbarten Plattenelementen dargestellt sind, wobei die zweiten Kanäle jeweils an zwei in Strömungsrichtung gegenüberliegenden Seiten offen und an den übrigen Seiten abgedichtet ausgebildet sind; und an den offen ausgebildeten Seiten am Kühlblock
- ein Zu- und Abfuhrsystem für mindestens ein zweites Fluid angebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß man
- a) die Einzel-Baugruppen wie Plattenelemente (6), Lamellenplatten (50), Abdeckplatten (39) und Gehäuseteile (9, 10, 70) formt,
- b₁) die Plattenelemente (6) und Lamellenplatten (50) abwechselnd zu dem Kühlblock (4) aufeinander gestapelt bzw. ineinander gesteckt,
- b₂) die Seitenteile (9, 10, 70) an den Kühlblock (4) anlegt und
- b₃) die Abdeckplatten (39) aufsteckt,
- c) die formschlüssig zum Wärmetauscher (1) zusammengesetzten Einzelbauteile gesamthaft in einem Arbeitsgang flüssigkeitsdicht und kraftschlüssig aneinanderfügt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß man im Verfahrensschritt a) die Plattenelemente (6) jeweils aus einem Blechstück mittels Umformen herstellt, wobei die komplementär geformten Prägeabschnitte (16, 17) in einem ebenen Präge- bzw. Pressvorgang ihre endgültige Form erhalten, dann beide in einer Ebene ausgebildeten Prägeabschnitte entlang einer Biegelinie (18) relativ zueinander gebogen und in ihre komplementäre Lage aufeinander gebracht werden.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß man beim Präge- bzw. Pressvorgang zusätzlich Durchtrittsöffnungen für Zugstäbe (74) in den Prägeabschnitten ausbildet und

- b₄) Zugstäbe (74) in Stapelrichtung durch die Durchtrittsöffnungen in den Plattenelementen (6) und den Abdeckplatten (39) gesteckt werden.

26. Verfahren nach Anspruch 23 und 24, dadurch gekennzeichnet, daß man in den Verfahrensschritten b₁) bis b₄) sämtliche Fügeflächen mit einem Fügezusatzmaterial versieht.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß als Fügezusatzmaterial ein Lötmetall verwendet wird.

28. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß als Fügezusatzmaterial thermisch austrocknender Klebstoff verwendet wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 1

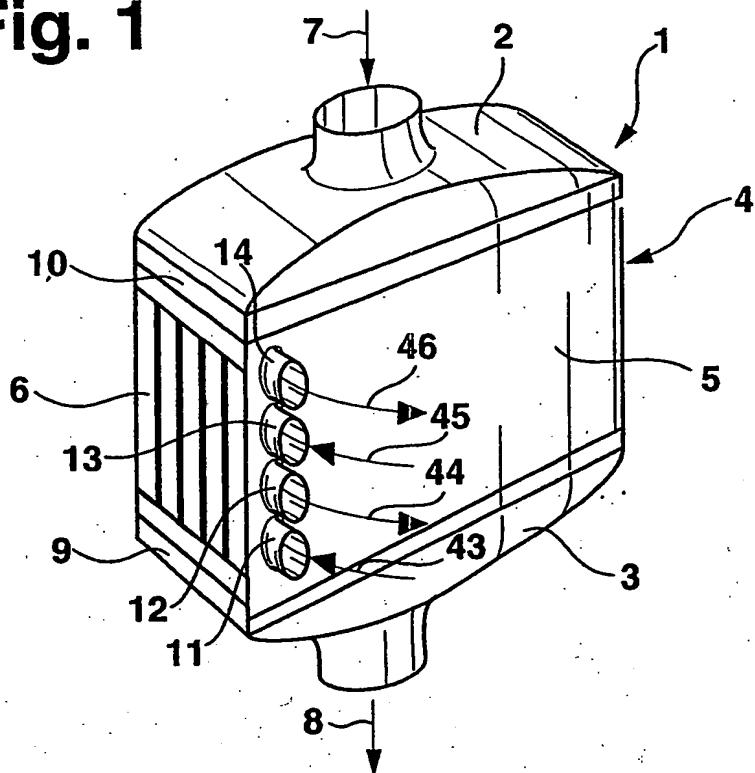


Fig. 2

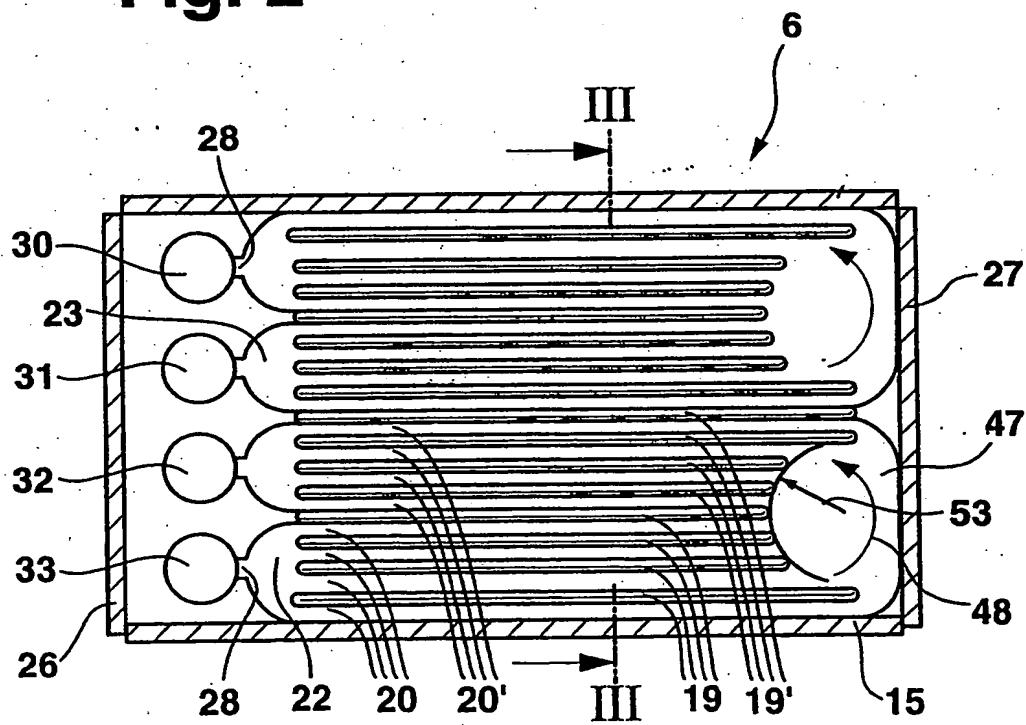


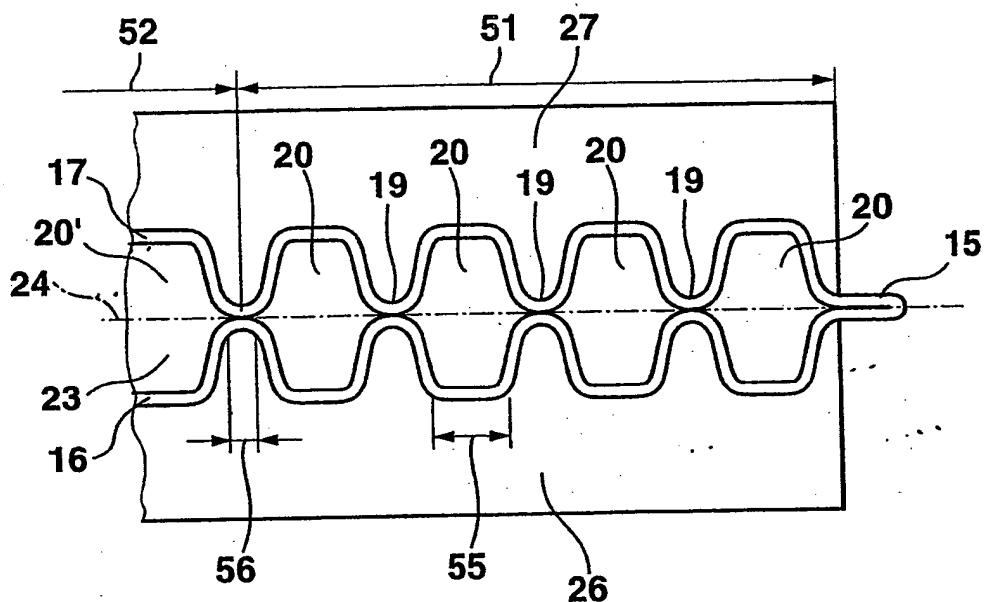
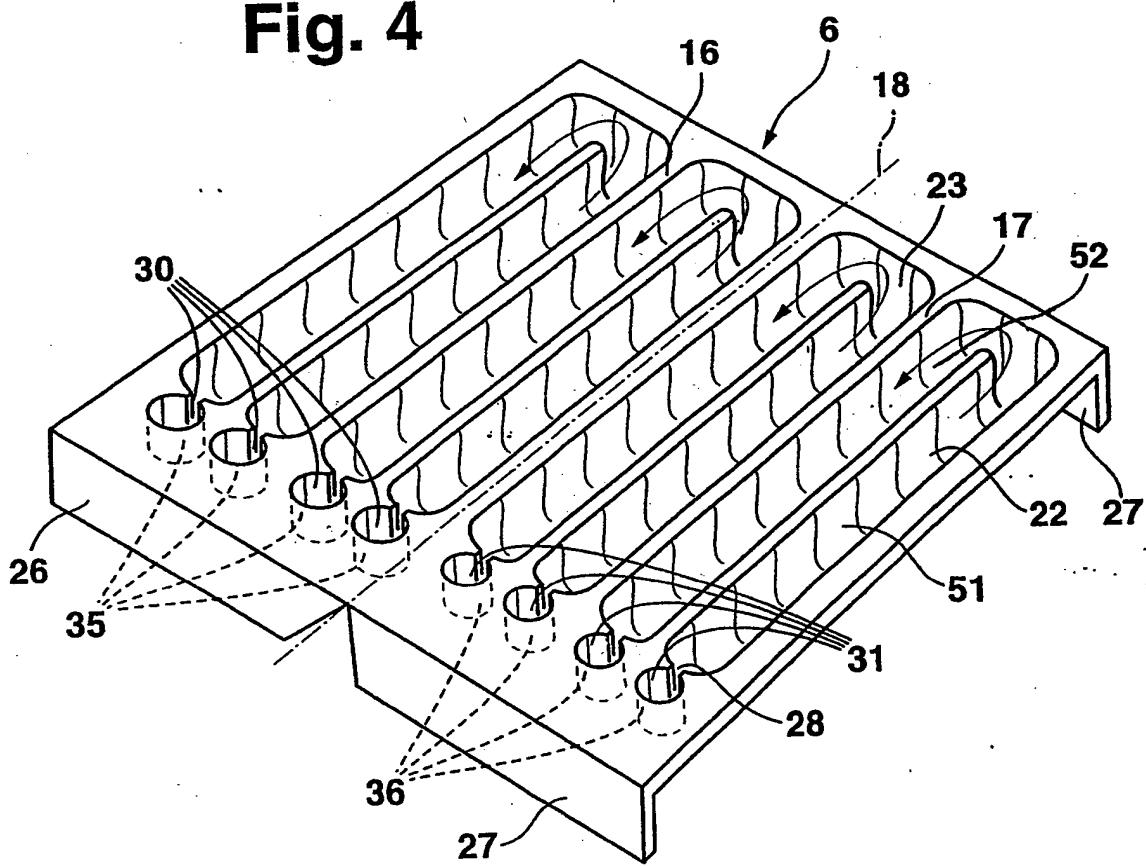
Fig. 3**Fig. 4**

Fig. 5

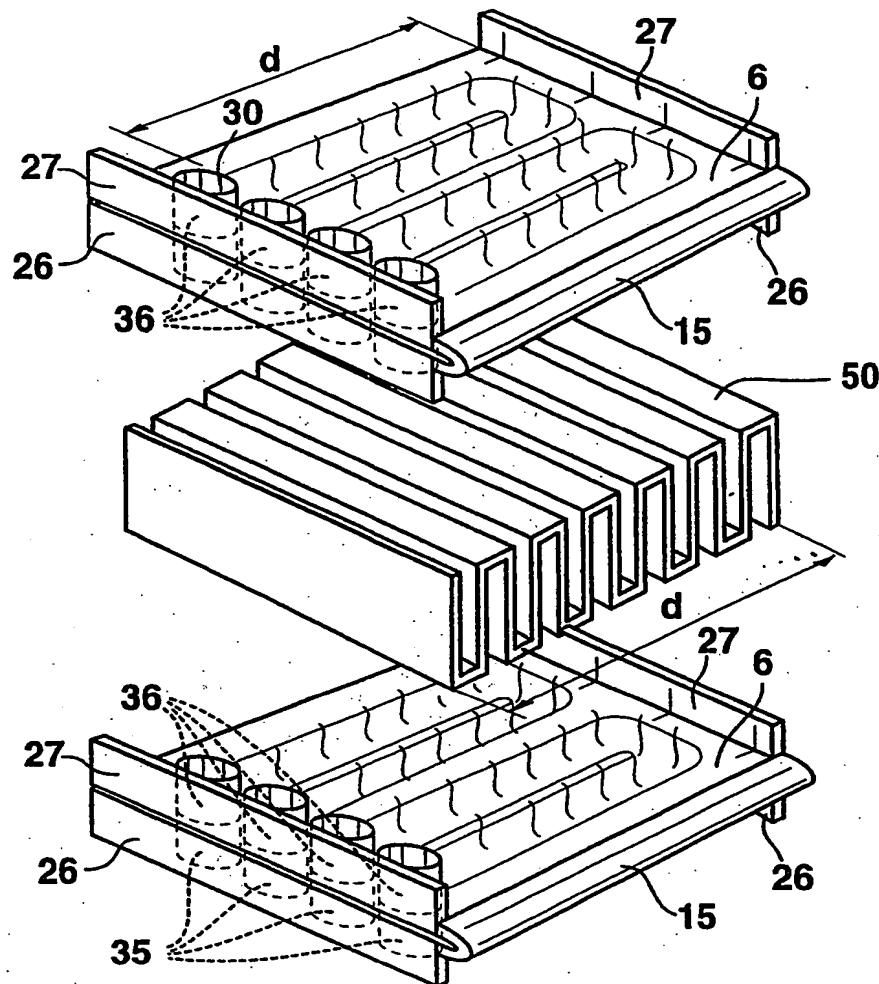
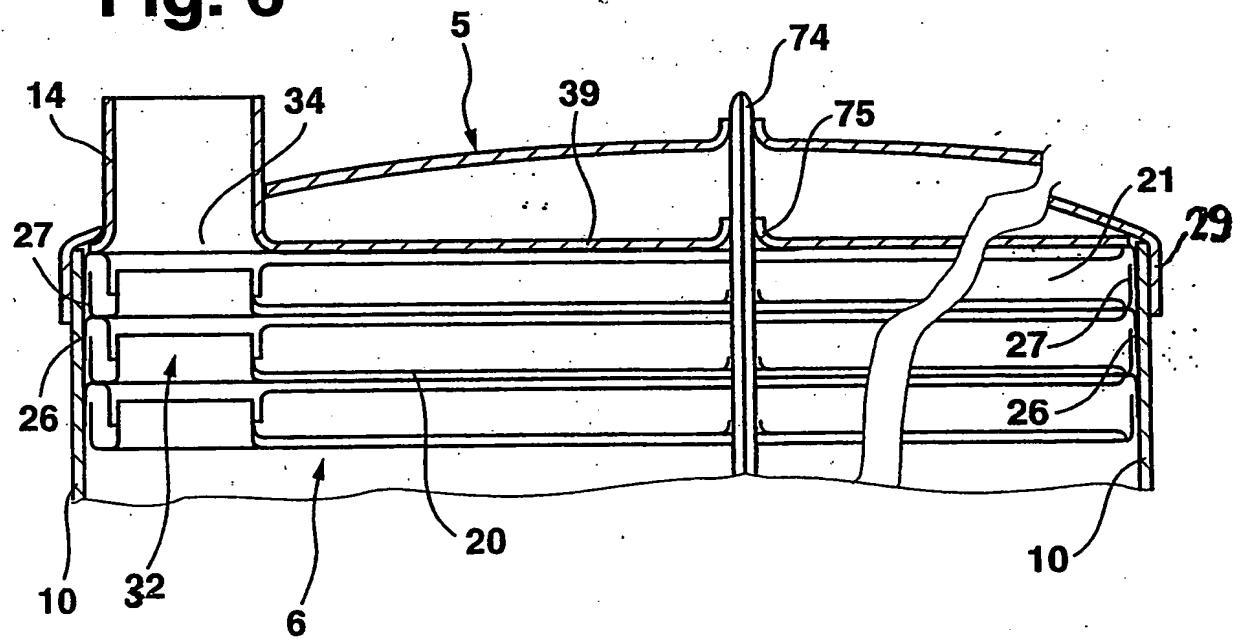
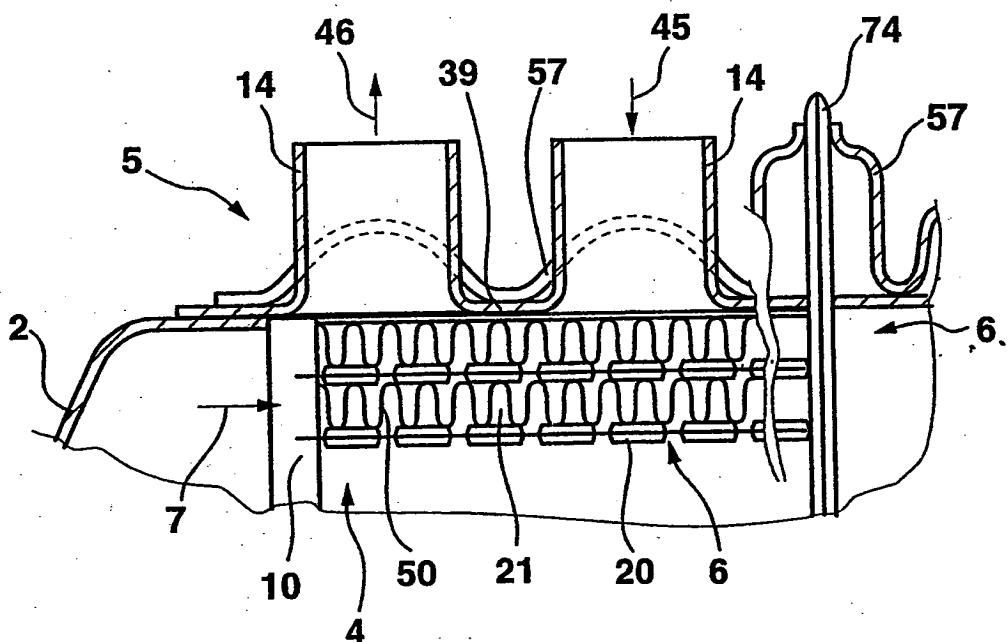


Fig. 6



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 7**Fig. 8**